

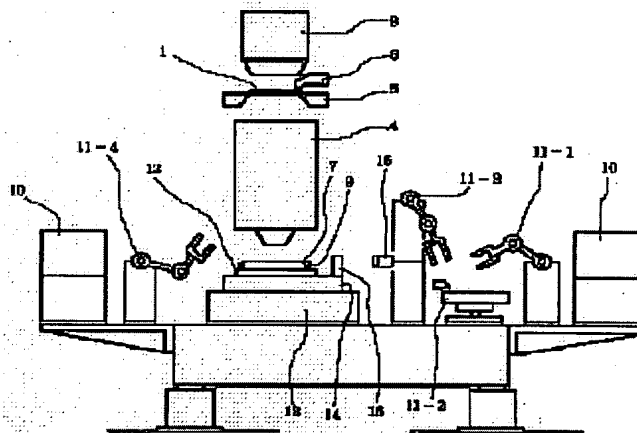
**PROJECTION ALIGNER IMMersed IN LIQUID****Publication number:** JP6168866**Publication date:** 1994-06-14**Inventor:** TAKAHASHI KAZUO**Applicant:** CANON KK**Classification:****- international:** **G03F7/20; H01L21/027; H01L21/30; G03F7/20; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/027; G03F7/20****- European:** G03F7/20F; G03F7/20T16; G03F7/20T24; G03F7/20T26**Application number:** JP19920339510 19921127**Priority number(s):** JP19920339510 19921127**Also published as:**

EP0605103 (A1)

EP0605103 (B1)

**Report a data error here****Abstract of JP6168866**

**PURPOSE:**To allow expectancy of wavelength dependent effect for any wavelength regardless of the wavelength of exposure light source by interposing a container defining a closed space to be filled with a liquid between a specific planar element and an opposing substrate with the planar element being located above the container. **CONSTITUTION:**At the time of exposure, a cassette 9 mounting a wafer and filled with immersion liquid is taken out of a cassette stocker 10 using a cassette transfer unit 11-1 and mounted on a cassette position rough detecting mechanism 11-2 to be roughly positioned. The cassette 9 is then handled by means of a hand 11-3 to be transferred onto a wafer chuck 12 mounted on a wafer stage where the cassette 9 is positioned and secured in place while being sucked. Subsequently, the wafer is positioned precisely prior to start exposure. In this regard, the liquid is waved through step-and-repeat operation but fluidity of liquid in the cassette 9 is suppressed in a short time because of narrow gap between a second optical element 7 and the wafer surface and the viscosity of the liquid.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-168866

(43)公開日 平成6年(1994)6月14日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 0 2	9122-2H		
	5 2 1	9122-2H		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数31(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平4-339510

(22)出願日 平成4年(1992)11月27日

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 高橋 一雄

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キャ  
ノン株式会社小杉事業所内

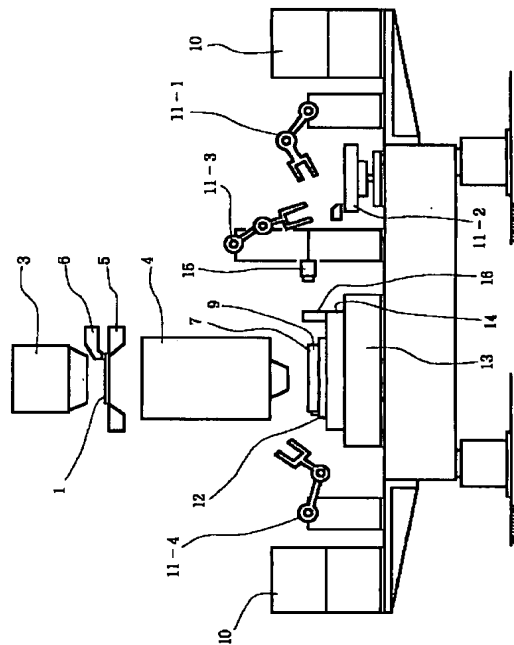
(74)代理人 弁理士 伊東 哲也 (外1名)

(54)【発明の名称】 液浸式投影露光装置

(57)【要約】

【目的】 使用する露光光源の波長に関わらずどの波長でもそれぞれの波長に応じた効果を期待できる低コストでかつ生産性の高い露光装置、さらには従来のプロセス技術を生かせる露光装置を提供する。

【構成】 原版のパターンを照明する照明手段、基板を保持する保持手段、および照明手段によって照明される原版のパターン像をこの保持手段によって保持された基板上に投影する投影光学系を備えた投影露光装置において、投影光学系の基板表面に対向する光学素子を、投影光学系本体とは分離しており、かつ相互に平行な2つの表面を有する平板状素子とし、この平板状素子とこれに対向する基板との間に液体を充填するための閉空間を構成する容器を具備し、平板状素子はこの容器の上部を構成している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 原版のパターンを照明する照明手段、基板を保持する保持手段、および照明手段によって照明される原版のパターン像をこの保持手段によって保持された基板上に投影する投影光学系を備えた投影露光装置において、投影光学系の基板表面に対向する光学素子を、投影光学系本体とは分離しており、かつ相互に平行な 2 つの表面を有する平板状素子とし、この平板状素子とこれに対向する基板との間に液体を充填するための閉空間を構成する容器を具備し、平板状素子はこの容器の上部を構成していることを特徴とする液浸式投影露光装置。

【請求項 2】 投影光学系による投影像に対する原版の水平方向の位置関係を検出するアライメント計測系、投影光学系のフォーカス位置と原版の上下方向の位置との位置関係を検出するフォーカス位置検出系、および、これら検出系の検出結果に基づき原版上のパターンを前記投影像に合致させるために保持手段を X、Y、 $\theta$  および Z 方向に移動させならびに傾ける手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 3】 前記容器を保持手段上に搬入しおよび搬出する搬送手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 4】 前記閉空間への液体の充填を前記保持手段上で行う手段を有することを特徴とする請求項 3 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 5】 前記閉空間への液体の充填を前記保持手段上とは異なる位置において行う手段を有することを特徴とする請求項 3 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 6】 原版は前記容器の底部を構成することと特徴とする請求項 3 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 7】 保持手段は、原版を直接保持する部分が分離しており、この部分は前記容器の底部を構成しており、かつ保持手段の他の部分はこの容器を保持するものであることを特徴とする請求項 1 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 8】 原版は前記容器から着脱可能であることを特徴とする請求項 6 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 9】 前記容器はそれが構成する前記閉空間を陽圧または負圧にし得る構造を有することを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 10】 前記容器の一部が低熱膨張材料で構成されていることを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 11】 前記容器の外壁の一部が断熱材で覆われていることを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 12】 前記アライメント検出系は測長用の参照ミラーを有し、前記容器の外壁面のうち少なくとも隣接する 2 面が相互に直交しており、また、この 2 面が、原版の表面に対してほぼ垂直になっており、前記参照ミ

ラーを構成していることを特徴とする請求項 2 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 13】 前記平板状素子は前記容器から着脱可能であることを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 14】 前記容器は、前記閉空間内に液体を注入しおよび排出するためのバルブ付きの配管を備えることを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 15】 前記容器は、前記保持手段上に配置する際の基準マークを有することを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 16】 前記充填された液体の圧力を検出するための圧力計を有することを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 17】 前記充填された液体の圧力を制御する手段を有することを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 18】 前記充填された液体の圧力を負圧にするための真空ポンプを有することを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 19】 前記充填された液体の温度を計測するための温度計を有することを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 20】 前記充填された液体の温度を制御する手段を有することを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 21】 前記充填された液体を超音波加振する手段を有することを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 22】 前記閉空間内に液体を流入させおよび排出させるためのポンプを有することを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 23】 前記ポンプに前記液体をろ過させるろ過装置が接続されていることを特徴とする請求項 22 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 24】 前記容器を斜めもしくは垂直にする手段を有し、前記閉空間に液体を注入する際には、これにより前記容器を斜めもしくは垂直にし、下方から注入を行うことを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 25】 前記閉空間への液体の充填は、露光とは無関係のタイミングで行われることを特徴とする請求項 5 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 26】 前記容器は、基板をその内部に配置しおよびその内部から取り出し得るように、開閉可能であることを特徴とする請求項 1～8 記載の液浸式投影露光装置。

【請求項 27】 前記保持手段は原版を真空吸引により保持するための管路を有し、この管路を介して液体が流

入するのを防止する開閉可能なシャッタを有することを特徴とする請求項7記載の液浸式投影露光装置。

【請求項28】 前記容器内に露光に際しての照度むらを測定する照度むら測定器を備えることを特徴とする請求項1～8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項29】 前記容器は前記保持手段の他の部分に位置決めする際の基準となる部材を有することを特徴とする請求項7記載の液浸式投影露光装置。

【請求項30】 前記容器に対する必要な電氣的接続および空圧あるいは真空的な連通を行う手段を有することを特徴とする請求項1～8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項31】 前記充填された液体の屈折率を測定する手段を有することを特徴とする請求項1～8記載の液浸式投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造装置、特に半導体製造工程においてウエハ等の基板上に微細な回路パターンを露光するための液浸式投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の微細化が進み、従来、露光光源として高圧水銀灯のg線から、より波長の短いi線へと移行してきた。そしてより高解像力を必要とするため、投影レンズのNA（開口数）を大きくしなければならず、そのため、焦点深度はますます浅くなる傾向にある。これらの、関係は一般に良く知られているように、次式で表すことができる。

$$\begin{aligned} \text{【0003】 (解像力)} &= k_1 \quad (\lambda / \text{NA}) \\ \text{(焦点深度)} &= \pm k_2 \quad \lambda / \text{NA}^2 \end{aligned}$$

ここに、 $\lambda$ は露光に使用する光源の波長、NAは投影レンズのNA（開口数）、 $k_1$ 、 $k_2$ はプロセスに関係する係数である。

【0004】近年では、従来の高圧水銀灯のg線、i線から、より波長の短いエキシマレーザと呼ばれる（KrF、ArF）光源、更には、X線による露光、あるいは電子ビーム（EB）による直接描画も検討されている。また、一方では、位相シフトマスク、あるいは変形照明などによる高解像力、高深度化の検討もなされ、実用され始めている。

【0005】また、光学式顕微鏡の解像力をあげる方法としては、従来から、対物レンズと試料の間を高屈折率の液体で満たす、所謂、液浸法が知られている（例えば、D. W. Pohl, W. Denk & M. Lanz, Appl. Phys. Lett. 44652 (1984)）。この効果を半導体素子の微細回路パターンの転写に応用した例としては、H. Kawata, J. M. Carter, A. Yen, H. I. Smith, Microelectronic Engineering 9 (19

89)、あるいは、T. R. Corle, G. S. Kino, USP 5, 121, 256 (Jun 9, 1992) がある。また、Tabarelli, Werner W., Dr., EP 0 023 231 A1 (04.02.1981) は、X、YおよびZ方向に移動可能なステージ上に、液浸のための容器を載せ、その中にウエハ、ウエハチャックおよび液体を入れ、これらを移動させて露光する構成を開示している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、エキシマレーザ、X線、EBを利用する方法は、装置コストが高くなり、位相シフトマスク、変形照明等を利用する方法は、回路パターンによっては効果が期待できない場合もある等の問題を抱えている。

【0007】また、前記D. W. Pohlらの論文は、露光における液浸の効果を検討したものであるが、実用的な半導体露光装置としての構成を論じていない。また、前記USP 5, 121, 256 は、液浸レンズをウエハの表面近くに置く方法を開示しているに過ぎない。

【0008】また、前記EP 0 023 231の方法によると、移動させる部分の重量が重くなり、スループット（生産性）が悪くなることは否めない。EP 0 023 231はさらに、液体の温度をコントロールするために、容器に液体の循環のための配管を接続する方法も開示しているが、このような容器を移動させるような構成では、配管の材料を柔らかいものを使用したとしても、今日の半導体素子の微細化を考えると、ステージの位置決め精度に悪影響を及ぼすことは十分考えられる。加えて、上面が解放された容器に液体を入れて、これをステップ・アンド・リピート動作させることは、液体の流動や流出を招くために、高速でステージ移動させることは困難であり、製造装置としての生産性の低下を余儀なくされる。

【0009】本発明の目的は、このような従来技術の問題点に鑑み、g線、i線、あるいはエキシマレーザ等の使用する露光光源の波長に関わらずどの波長でもそれぞれの波長に応じた効果を期待できる低コストでかつ生産性の高い露光装置、さらには従来のプロセス技術を生かせる露光装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため本発明では、レチクル等の原版のパターンを照明する照明手段、ウエハ等の基板を保持する保持手段、および照明手段によって照明される原版のパターン像をこの保持手段によって保持された基板上に投影する投影光学系を備えた投影露光装置において、投影光学系の基板表面に対向する光学素子を、投影光学系本体とは分離しており、かつ相互に平行な2つの表面を有する平板状素子と

し、この平板状素子とこれに対向する基板との間に液体を充填するための閉空間を構成する容器を具備し、平板状素子はこの容器の上部を構成していることを特徴としている。

【0011】また、通常は、投影光学系による投影像に対する原版の水平方向の位置関係を検出するアライメント計測系、投影光学系のフォーカス位置と原版の上下方向の位置との位置関係を検出するフォーカス位置検出系、および、これら検出系の検出結果に基づき原版上のパターンを前記投影像に合致させるために保持手段をX、Y、θおよびZ方向に移動させならびに傾ける手段、前記容器を保持手段上に搬入しおよび搬出する搬送手段、前記閉空間への液体の充填を前記保持手段上で、あるいは前記保持手段上とは異なる位置において行う手段を有する。

【0012】また、原版が前記容器の底部を構成する場合と、保持手段の原版を直接保持する部分が分離しており、この部分が前記容器の底部を構成しかつ保持手段の他の部分がこの容器を保持する場合とがある。いずれの場合においても、原版は通常、前記容器から着脱可能である。

【0013】さらに前記容器は、それが構成する前記閉空間を陽圧または負圧にし得る構造を有し、一部が低熱膨張材料で構成され、一部が断熱材で覆われ、外壁面のうち少なくとも隣接する2面が前記アライメント検出系の測長用の参照ミラーを構成し、前記平板状素子が着脱可能であり、内部に液体を注入しおよび排出するためのバルブ付きの配管を備え、前記保持手段上に配置する際の基準マークあるいは前記保持手段の他の部分に位置決めする際の基準となる部材を有し、そして、基板を取り出し得るように開閉可能であるのが好ましい。

【0014】さらに、前記充填された液体については、液体の圧力を検出するための圧力計、液体の圧力を制御

$$\begin{aligned}(\text{解像力}) &= k_1 (\lambda_0 / n) / NA_0 \\ (\text{焦点深度}) &= \pm k_2 (\lambda_0 / n) / (NA_0)^2\end{aligned}$$

すなわち、液浸の効果は波長が $1/n$ の露光波長を使用するのと等価である。言い換えると、同じNAの投影光学系を設計した場合、液浸により、焦点深度を $n$ 倍にすることができる。これは、あらゆるパターンの形状に対しても有効であり、さらに、現在検討されている位相シフト法、変形照明法などと組み合わせることも可能である。この効果を生かすためには、液体の純度、均一性、温度などの精密な管理が必要であり、ステップ・アンド・リピート動作でウエハ上に逐次露光していく露光装置では、動作中に発生する液体の流動や振動を極力少なくすること、ウエハを液体に搬入する際のウエハ表面に残留する気泡をいかにして除去するかなどが問題になる。

【0019】本発明では、実施例でも詳細に説明するように、これらの諸問題を解決するための構成を有し、液浸の効果を十分生かせる生産機械としての液浸式露光装

する手段、液体の圧力を負圧にするための真空ポンプ、液体の温度を計測するための温度計、液体の温度を制御する手段、液体を超音波加振する手段、液体の液体を前記閉空間内に流入させおよび排出させるためのポンプ、液体をろ過させるろ過装置、液体を注入する際に前記容器を斜めもしくは垂直に下方から注入を行う手段などを備えるのが好ましい。

【0015】また、前記閉空間への液体の充填は、露光とは無関係のタイミングで行うようにしてもよい。また、保持手段が前記容器の底部を構成している場合は、それに設けられた、原版を真空吸引により保持するための管路を介して液体が流入するのを防止する開閉可能なシャッタを有する。また、前記容器に対する必要な電気的接続および空圧あるいは真真空的な連通を行う手段を有する。さらに、前記容器内に露光に際しての照度むらを測定する照度むら測定器などを有するのが好ましい。

【0016】

【作用】本発明は、投影光学系を構成する対物レンズの一部を、液体を充填した容器の側に構成し、この容器とともに原版を露光位置に搬送し、あるいはこの容器の搬送、原版の搬送および液体の充填を露光位置で行い、露光するという発想の転換により、現在開発されている生産設備としての投影露光装置を僅か変更するだけで簡単に従来例の諸欠点を改良できるようにしたものである。

【0017】本発明は、上記構成により、液浸の効果を利用するものであるが、ここで言う「液浸の効果」とは、 $\lambda_0$  を露光光の空気中での波長とし、図10に示すように $n$ を液浸に使用する液体23の空気に対する屈折率、 $\alpha$ を光線の収束半角とし、 $NA_0 = \sin \alpha$ とすると、液浸した場合、前述の解像力、および焦点深度は、次式のようになることを意味する。

【0018】

置が提供される。従来、256Mbit~1GbitのDRAMの生産では、X線、あるいは電子ビーム（EB）を用いた露光装置が必要と考えられていたが、本発明によって、i線、あるいはエキシマレーザを光源とする従来のステッパを用い、かつ従来の製造プロセスを流用することができ、技術的に確立された製造プロセスで、コスト的にも有利な生産が行われる。さらに本発明は、ウエハ上に付着するコンタミネーションの問題も解決し、プロセスを経て平面度の劣化したウエハに対する平面矯正も行えるなどの利点があり、ますます微細化する半導体素子の製造において、有利な装置を提供するものである。以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【0020】

【実施例】

#### 実施例 1

図 1 は本発明の第 1 の実施例に係る液浸式投影露光装置の模式的な側面図である。この装置は、同図に示すように、予めカセット 9 に収納され、液浸されたウエハを、搬送して露光するものである。

【0021】これらの図において、1 はレチクル、3 はレチクル 1 上の回路パターンを感光剤を塗布したウエハ上に投影するためのシャッタおよび調光装置等を備えた照明光学系、4 はそのような投影を行う投影光学系、5 はレチクル 1 を保持して所定の位置に位置決めするためのレチクルステージ、6 はレチクル 1 を位置決めするため、およびレチクル像をウエハ上に既に転写されている回路パターンに合致させるためのアライメント光学系である。7 は投影光学系 4 のウエハの表面に対向するレンズであり、これを第 2 の光学素子と呼ぶことにする。この第 2 の光学素子 7 は、図 2 に示すように、平行平面ガラスで構成される。これは、第 2 の光学素子 7 を投影光学系 4 から分離し、ウエハステージで移動可能なカセット 9 の一部に構成する上で重要である。また、第 2 の光学素子 7 のウエハ 2 に対向する面を平面にすることは、液浸する際に、第 2 の光学素子 7 表面に空気層や気泡が残らないようにするために重要である。また、液浸される光学素子 7 の表面およびウエハ上の感光剤の表面は、液浸に使用する液体と浸和性のあるコーティングを施すことが望ましい。また、図 2 に示すように、第 2 の光学素子 7 およびウエハ 2 とカセット 9 の間には液体 2 3 の漏れを防ぐため、およびカセット 9 の気密を保たせるためのシール 8 が設けられている。

【0022】10 はカセット 9 をストックするカセットストックである。11-1 ~ 11-3 はカセットストック 10 からカセット 9 を搬入しウエハステージ上にセットするためのカセット搬送装置およびカセットの粗位置決め装置の一部もしくは全体である。すなわち 11-1 はカセット 9 の搬送を行うためのカセット搬送装置、11-2 はカセット位置粗検出機構（通常、プリアライメント機構と呼んでいる）、11-3 はカセット 9 送り込み用のハンドである。12 はカセット 9 底部に装着されたウエハをカセットごと保持するためのウエハチャック、13 はカセット 9 に入ったウエハを所定の位置に位置決めするための XY ステージ、14 は XY ステージ 13 上に配置され、ウエハの  $\theta$  位置の補正機能、Z 位置の調整機能、ウエハの傾きを補正するためのチルト機能を有する微動ステージ、15 はステージ位置を計測するためのレーザ干渉計、16 は微動ステージ 14 の上面に X および Y 方向に取り付けられ（Y 方向は不図示）、レーザ干渉計 15 の光を反射させるための参照ミラーである。

【0023】カセット 9 の周囲には、外部との熱伝導を遮断して温度を維持するための断熱材 17 が設けられている。断熱材 17 は、カセット 9 自体を断熱効果のある

材料、例えばエンジニアリングセラミックで構成すれば、不要である。さらに、カセット 9 の材質を低熱膨張材、例えばゼロジュール、スーパーインバー（いずれも商品名）等を使用し、レーザ干渉計 15 の参照ミラー 16 をその側面に構成すれば、計測精度の向上も期待できる。さらにこの場合、カセット 9 の上面でかつウエハ表面から離れた位置に取り付けられた第 2 の光学素子 7 の表面に塵埃が付着しても、ウエハ表面には転写されにくくなるので、ウエハの搬送時に表面に付着する塵埃、コンタミネーション等の問題も解決でき、ますます微細化する半導体素子の製造において有利である。

【0024】露光に際しては、まず、図 2 に示すようにあらかじめ感光剤を塗布してあるウエハ 2 を装着し内部を液浸のための液体 2 3 で満たしたカセット 9 をカセット搬送装置 11-1 を用いてカセットストック 10 から取り出し、カセット位置粗検出機構 11-2 に載せ、粗位置決めした後に、ハンド 11-3 でカセット 9 をハンドリングし、ウエハステージ上のウエハチャック 12 上に移動し、そして位置決めして吸着固定する。次に、通常のウエハの露光装置と同様に、ウエハ 2 の精密位置決め（アライメント、フォーカスなど）をしてから、露光を行う。このとき、ステップ・アンド・リピート動作により、液体 2 3 の流動が発生するが、第 2 の光学素子 7 とウエハ 2 の表面の間隔が数 mm から数十 mm 程度であり、液体 2 3 が粘性を有することから、比較的短時間で、カセット 9 内における液体 2 3 の流動はなくなる。カセット 9 の外周は、断熱材で覆ってあるため、通常、1 枚のウエハを処理する時間程度は、一定温度を保つことが可能であり温度制御をする必要はない。ウエハ 2 の全面的露光が完了すると、搬出ハンド 11-4 で、ウエハチャック 12 上のカセット 9 をハンドリングして、他方のカセットストック 10 に収納する。

【0025】図 2 は、カセット 9 内部を負圧にしてウエハ 2 をカセット 9 に装着し内部を液浸のための液体 2 3 で満たしたカセット 9 に固定するためのカセット液浸処理装置を示す模式的な断面図である。また、図 3 は、カセット 9 内部を陽圧にして、ウエハ 2 をカセット 9 に固定する場合の断面図である。このような装置を前記投影露光装置に併置して、ウエハの処理をすることも可能である。

【0026】このカセット液浸処理装置は、図 2 に示すように、液体 2 3 の温度を測定する温度計 18、この出力に基づき液体 2 3 の温度を調整する温度コントローラ 19、液体 2 3 の量を制御するとともに温度制御された液体 2 3 を循環させる機能および液体 2 3 の圧力をコントロールする機能も備えた循環ポンプ 20、液体 2 3 中の不純物をろ過するためのフィルタ 21、液体 2 3 を均質にするとともにウエハ 2 表面や第 2 の光学素子 7 の表面に気泡が付着するのを防ぐ目的で設置された超音波加振装置 22、カセット 9 の内部を負圧にして液体 2 3 中の

気泡を除去するための真空ポンプ24、真空ポンプ24に接続されたバルブ25-1、液体23の配管系に接続されたバルブ25-2および25-3、第2の光学素子7を固定するための金具26、および、カセット9の内圧を測定するための圧力計27を備える。

【0027】図4はこのカセット液浸処理装置に用いられる搬送手段等を示す模式図である。図4において、28はウエハストッカ、29はウエハストッカ28からウエハを搬出し、ウエハ粗位置決め装置30に送るためのウエハ搬入ハンド、31はカセットストッカ10からカセット9を取り出して所定の位置に移動するためのカセット搬出ハンド、32はカセット9を固定し、各種の配管およびセンサなどをカセット9に自動的に接続するためのカセットチャックおよびウエハ2を固定するウエハチャックを具備するカセットステーション、33はカセットステーション32を傾けるための機構、34は位置決めしたウエハ2をウエハチャック112上に移動するためのウエハ移動ハンドである。

【0028】図5は露光処理が終了したカセット9の後処理を行うための構成を示す模式図である。同図において、36は露光処理が終了したカセット9内の液体23を搬出する機構を有する後処理ステーション、35は露光を終了したカセット9を後処理ステーション36に移動するためのカセット搬出ハンド、38はウエハ2をカセット9から取り出し、ウエハストッカ28に搬送するためのハンド、そして39は空になったカセット9をカセットストッカ10に収納するためのハンドである。

【0029】液浸処理に際しては、図4に示すように、まず、ウエハストッカ28から感光剤を塗布したウエハ2を、ウエハ搬入ハンド29で取り出し、ウエハ粗位置決め装置30に載せて、ウエハ2の粗位置決めを行う。これにより位置決めしたウエハ2を、ウエハ移動ハンド34でカセットステーション32上のウエハチャック上に位置決めし、真空吸着する。次に、カセットストッカ10から、カセット搬出ハンド31で空のカセットを取り出し、カセットステーション32上のウエハチャック112にセットする。この状態で、各種の配管と、各種のセンサを、ウエハチャック112等を介してカセット9に結合する。これにより、ウエハ2もカセット9の底部に位置決めされることになる。次に、機構33を動作させて、カセット9をカセットステーション32ごと斜めに傾け、あるいは垂直に立てる。そして、循環ポンプ20を動作させ液体23をカセット9内に送り込み、液量が一定の量になると循環ポンプ20を停止させる。

【0030】このとき、ウエハカセット9内の上部には空気が僅かに残る可能性があるためその部分には真空ポンプ24が接続されており、これを作動させて、液体23中に混入している空気を除去する。このとき、超音波加振装置22を作動させてカセット9の内壁およびウエハ2表面に付着した小さな気泡を除去するようにすれ

ば、より短時間に液体23を均一にすることができる。カセット9内の空気を除去すると、カセット9に組み込まれている真空ポンプ用バルブ25-1を閉じ、循環ポンプ20を再び動作させて、液体23をカセット9内に満たし、圧力計27で内圧を計測しながら僅か減圧する。この、ウエハ2をカセット9底部に固定するための減圧量は、大気圧の0.99~0.80倍程度で十分である。内圧が所定の圧力になった時点で、循環ポンプ20を停止させ、カセット9内の各々の配管に組み込んだあるバルブ25-2および25-3を閉じる。この状態で、カセットステーション32を水平に戻し、液浸が完了したカセット9をカセット搬送ハンド31でカセットストッカ10に収納する。

【0031】以上の動作を順次繰り返し、ウエハ2を液浸状態にセットをする。この装置を図1の露光装置に組み込む場合は、液浸されたカセット9をカセット送込みハンド11-3でウエハステージ上のウエハチャック12に直接搬送しても良い。このような構成にすると、図1のカセット搬送装置11-1およびカセット位置粗検出機構11-2は、それぞれ、カセット搬送ハンド31とカセットステーション32で置き換えることができる。

【0032】また、露光を終了したカセットの回収は、図1の搬出ハンド11-4の代わりに、カセット搬出ハンド35を使用し、後処理ステーション36に載せ、液体の搬出機構で液体23を除去した後に、ハンド38でカセット9を開け、ウエハ2を取り出し、ウエハストッカ28に収納する。空のカセットは、ハンド39でカセットストッカ10に収納する。

【0033】なお、この図2~図5の装置は、図1の露光装置とは、独立した単独の装置として構成することも可能である。また、ここでは、液体23をカセット9に流入させる際に、カセット9を斜め、もしくは垂直に立て、下方から液体を満たすような構成にしてあり、内部に気泡が残留しないような工夫がなされているとともに、液体中の気泡除去の目的で、超音波加振装置22、真空ポンプ装置24などが用いられているため、より効果的に気泡の残留が防止される。また、後処理ステーション36上でカセット9からウエハ2を搬出した後に、エアブローを行う装置40を介して、ウエハ2を乾燥させることも可能である。

#### 【0034】実施例2

図6は本発明の第2の実施例に係る液浸式投影露光装置のカセットチャック部分を示す断面図である。この装置では、カセット9内にウエハチャック601が設けられており、微動ステージ14（図1）上には図1の装置におけるウエハチャック12の代わりに、カセット9をバキューム吸着によって位置決めし固定するためのカセットチャック612を備える。この場合、カセット9は、ウエハ2を出し入れするための開閉機構631を有し、

これにより第2の光学素子7が着脱可能な構成となっている。また、カセットチャック612には、カセット9を位置決めするための位置決めピン617が3か所に埋め込まれている。他の部分の構成は図1の装置の場合と同様であり、また、露光も、予め液侵してあるカセット9を用い、同様にして行われる。

#### 【0035】実施例3

図7は本発明の第3の実施例に係る液侵式投影露光装置のカセットチャック部分を示す断面図である。この装置では、カセット9の底面がウエハチャック601を構成しており、ウエハチャック601がカセット9本体と分離できるようになっている。この分離によりウエハ2の出し入れが可能となっている。他の構成は図6の場合と同様である。

#### 【0036】実施例4

図8は本発明の第4の実施例に係る液侵式投影露光装置のカセットチャック部分を示す断面図である。この装置では、カセットチャック612上にカセット9を搬送し固定してから液侵が行われる。図8において、801はカセット9内の液体23の高さを測定するための液面ゲージ、803は液体23の屈折率を測定するための測定器、805はカセット9とカセットチャック612を電気的に結合するためのコネクタ、807は真空ポンプ24に接続されたバルブ、601はカセット9の底面を構成するとともにカセット9本体から分離可能なウエハチャック、631はウエハチャック601を分離してウエハ2を出し入れするための開閉機構である。なお、他の図における要素と同様の部分は同じ符号を付してある。

【0037】この構成において、カセット9は実施例1の場合と同様にしてカセットチャック612上に搬送し、バキューム吸着によって位置決め固定する。これによってカセット9とカセットチャック612とが結合すると、同時に、前記各種センサや、真空ポンプ装置24や循環ポンプ20等からの配管系が自動的に接続されるので、温度コントローラ19で一定温度に制御された液侵用の液体23を循環ポンプ20によってカセット9内にフィルタ21を介して送り込む。液体23を所定量送り込むと、液面ゲージ801がこれを検知するので、これに基づきポンプ20を停止する。

【0038】次に、カセット9上部近傍に接続してある真空ポンプ24を動作させ、液体23中の気泡を除去する。これと同時に、超音波加振装置22を動作させて、液体23中の気泡、ウエハ2表面に付着した気泡、および第2の光学素子7表面に付着した気泡も除去する。この超音波加振は、液体23自体を均一にする効果も有しており、振動の振幅が小さく、周波数が高いために、ウエハの位置決めあるいは露光には影響しない。

【0039】気泡を除去し終わると、真空ポンプ24を停止し、バルブ807を閉じるとともに、加圧・循環ポンプ20を動作させ、液体23の加圧を始める。これに

より圧力計27が所定の圧力になったことを検出すると、温度計18によって液体23の温度の常時監視を開始し、所定の温度から外れたときは再度加圧・循環ポンプ20を動作させ、一定温度の液体23を循環させる。このとき、液体23の循環により液体23の流動が起こり、液体23の均一性が崩れる。したがって、屈折率測定器803で均一性の測定を行い、均一性を確認してから露光を行う。

【0040】露光は上述と同様にして行うが、ステップ・アンド・リピート動作による液体23の流動の影響を防止するため、各ショット毎にステップ移動後に遅延時間をとるか、あるいは屈折率測定器803で流動状態を測定し、流動が停止した時点でシーケンスを継続させるようにすれば良い。また、加圧した液体23の圧力によってウエハチャック601上のウエハ2の平面矯正能力を増加させることも可能である。

【0041】露光終了後は、循環ポンプ20を動作させ、カセット9内部の液体23を排出し、ウエハチャック601内のシャッタを閉じてから、上述と同様にしてカセット9をウエハストッカ10に収納することにより、ウエハ1枚の露光処理を終了する。

#### 【0042】実施例5

図9は本発明の第5の実施例に係る、液侵処理装置を露光装置に付加するための構成を示す模式図である。この構成は、図6や図7に示すようなウエハチャック内蔵型のカセットを使用する場合に適用される。図4のものと異なるのは、カセットハンド31の代わりにカセット9の開閉機構をも有するカセットハンド901を用い、ウエハチャック112の代わりに、カセットチャック903を備え、ハンド34はウエハをカセットチャック903上のカセット9内に入れるように構成されているという点である。

【0043】この構成において、液侵を行うには、まず、カセットストッカ10からカセットハンド901で空のカセット9を取り出し、カセットチャック903上にセットする。この状態で、図8で説明したと同様に各種配管と各種センサが結合される。これと同時に、カセットハンド901のカセット開閉機構によりカセット9を開き、ウエハストッカ28から感光剤を塗布したウエハ2をハンド29で取り出し、ウエハ粗位置決め機構30上に載せ、粗位置決めを行う。粗位置決めされたウエハ2をハンド34でカセット9内のウエハチャック上に位置決めし、真空吸着する。次に、カセットハンド901でカセット9を閉じ、ロックしてから、カセット9をカセットステーション32ごと斜めに傾けあるいは垂直に立てる。次に、上述と同様にして、液体23をカセット9内に送り込み、液体23中の空気の除去を行ない、そして加圧する。所定の圧力に達したら循環ポンプを停止してカセット9内に組み込んである各配管のバルブを閉じる。そしてカセットステーション32を水平に戻



し、液侵の完了したカセット9をカセットハンド901でカセットストック10に収納する。

【0044】この場合も、図4で説明したのと同様にして図1の露光装置に組み込むことができる。また、露光後の後処理は、図5での説明と同様にして行うことができる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、液侵の作用を従来の露光装置に対し、極めて容易に導入することができ、したがって、g線、i線、あるいはエキシマレーザ等の使用する露光光源の波長に関わらずどの波長でもそれぞれの波長に応じた解像度向上および焦点深度の向上の効果を期待できる低コストでかつ生産性の高い露光装置、さらには従来のプロセス技術を生かせる露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例に係る液侵式投影露光装置の模式的な側面図である。

【図2】 図1の装置に適用し得るカセット液浸処理装置を示す模式的な断面図である。

【図3】 図1の装置で用いられる他のカセットを示す断面図である。

【図4】 図2の液侵処理装置に用いられる搬送手段等を示す模式図である。

【図5】 図1の装置において露光処理が終了したカセットの後処理を行うための構成を示す模式図である。

【図6】 本発明の第2の実施例に係る液侵式投影露光装置のカセットチャック部分を示す断面図である。

【図7】 本発明の第3の実施例に係る液侵式投影露光装置のカセットチャック部分を示す断面図である。

【図8】 本発明の第4の実施例に係る液侵式投影露光装置のカセットチャック部分を示す断面図である。

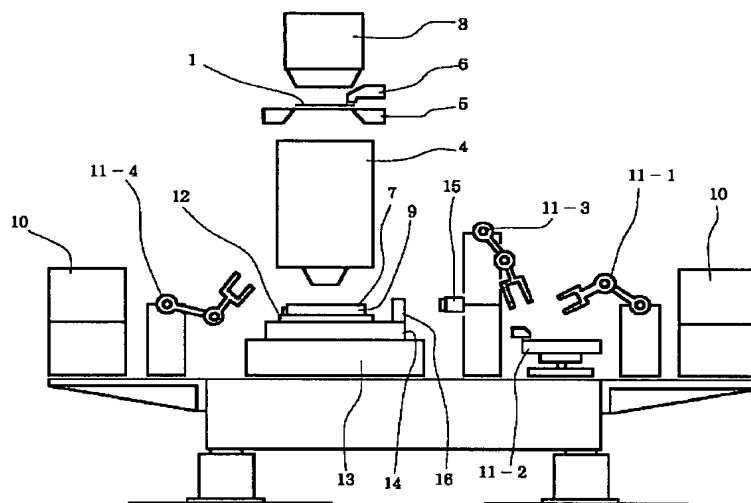
【図9】 本発明の第5の実施例に係る、液侵処理装置を露光装置に付加するための構成を示す模式図である。

【図10】 液浸の効果を説明するための模式図である。

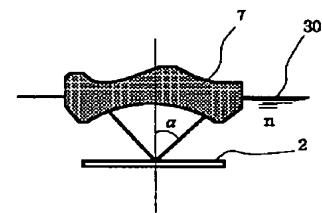
【符号の説明】

1：レチクル、3：照明光学系、4：投影光学系、5：レチクルステージ、6：アライメント光学系、7：光学素子、8：シール、9：カセット、10：カセットストック、11-1：カセット搬送装置、11-2：カセット位置粗検出機構、11-3：ハンド、11-4：搬出ハンド、12：ウエハチャック、13：XYステージ、14：微動ステージ、15：レーザ干渉計、16：参照ミラー、17：断熱材、18：温度計、19：温度計コントローラ、20：循環ポンプ、21：フィルタ、22：超音波加振装置、23：液体、24：真空ポンプ、25、807：バルブ、26：金具、27：圧力計、28ウエハストック、29：ウエハ搬入ハンド、30：ウエハ粗位置決め装置、31、35：カセット搬出ハンド、32：カセットステーション、33：機構、34：ウエハ移動ハンド、36：処理ステーション、38：ハンド、601：ウエハチャック、612、903：カセットチャック、631：開閉機構、801：液面ゲージ、803：屈折率測定器、805：コネクタ、901：カセットハンド。

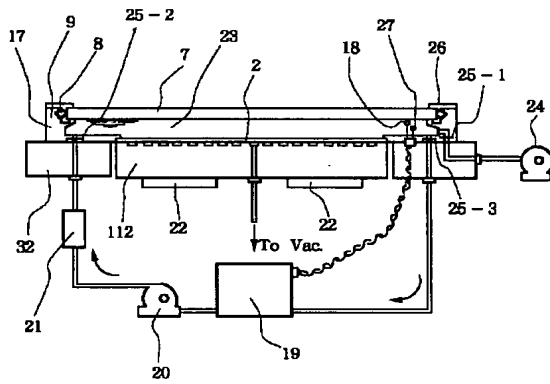
【図1】



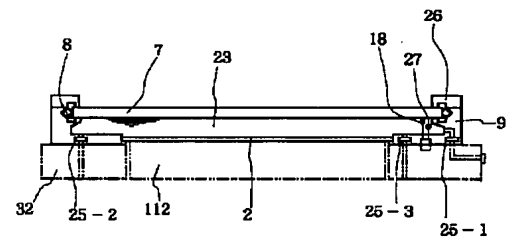
【図10】



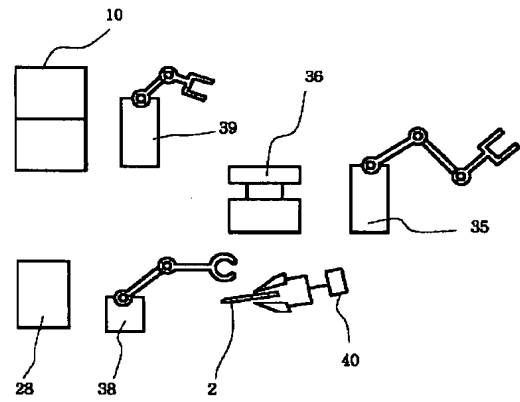
【図2】



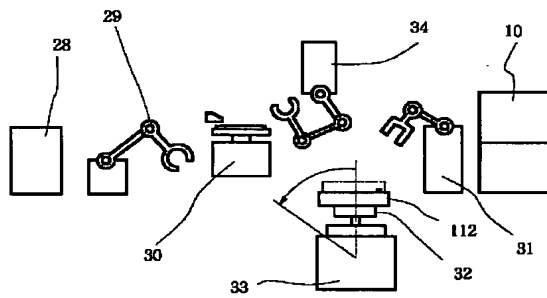
【図3】



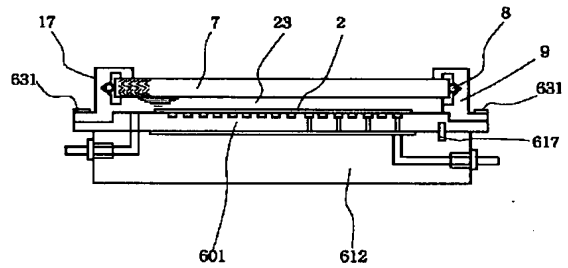
【図5】



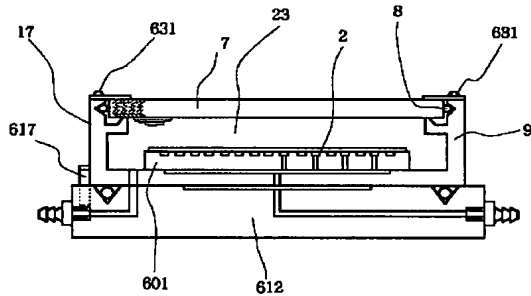
【図4】



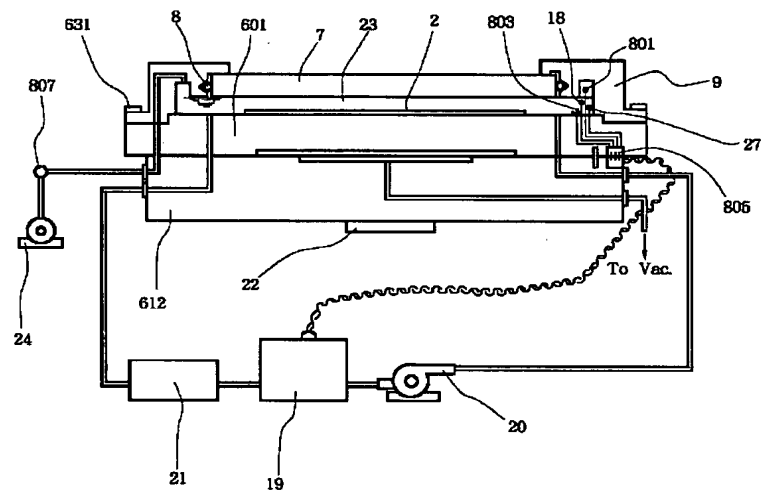
【図7】



【図6】



【図 8】



【図 9】

